

## OSPF ネットワークにおける誘導経路情報を用いた動的経路選択手法の提案

吉田 薫<sup>†</sup> 江崎 浩<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東京大学 情報理工学系研究科

### 1 研究の背景と目的

現在のインターネットでは宛先 IP アドレスのみを用いた経路制御手法 (Destination-Based Routing) が主流であり, 宛先 IP アドレスをルートとするスパンニングツリーを生成することで, 配送経路の決定を行っている. このため, 広告される経路に対しては一意に経路が決定され, トラヒックエンジニアリングを実現するのに困難を伴う場面が多々存在する. これを解決するために, 様々なトラヒックエンジニアリング技術が研究, 開発されているが, 十分な成果を上げていないのが現状である.

本研究では, 誘導経路情報という概念を導入することで, 既存ネットワークに大きな変更を加えることなく, 新しいトラヒックエンジニアリング技術を確立することを目的とする. ここでは, ドメイン (AS\*) 内における配送経路制御手法として広く利用されている経路制御手法である OSPF (Open Shortest Path First) [1] を対象とし, その実現性を検証する.

### 2 誘導経路情報

図 1 に本提案手法の基礎となる誘導経路システムの概念図を示す.

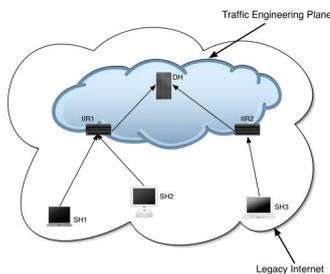


図 1: 誘導経路情報を用いた IP パケットの転送概念図

まず, 既存のネットワーク構成をそのままに, トラヒックエンジニアリング可能な新たな経路制御空間 (誘導空間) の構築を行う. 誘導空間はネットワーク管理者の要求によって, 自由に定義可能である. ついで,

Dynamic Path Selection using Inviting Routing Information on OSPF Network

<sup>†</sup> Kaoru Yoshida (kaoru@hongo.wide.ad.jp)

<sup>†</sup> Hiroshi Esaki (hiroshi@wide.ad.jp)

Graduate School of Information Science and Technology, Tokyo University (†)

\* AS: Autonomous System

経路誘導を行いたい経路情報のみを新たに広告することにより, その経路宛のトラヒックのみを誘導空間に導く. つまり, 本手法は既存のトラヒックエンジニアリング技術と異なり, ネットワーク全体への変更を要求せず, 誘導空間内の機器, 設定の変更だけで, トラヒックエンジニアリングを実現できる. 実ネットワークへ適用する際に大規模な変更を伴わないのは, 保守管理の面で大きな利点であると考えられる.

### 3 Link State 情報を利用した拡張実装

本研究では, OSPF や BGP などの経路制御手法を pc ルータ上で動作させる際に, 広く普及しているソフトウェア (zebra[2]) を基に拡張実装を行った.

具体的には, 以下の三点を実現した.

- 拡張 LSA (Link State Advertisement) の定義
- 誘導経路情報の広告
- 誘導空間内での通信経路生成

#### 3.1 拡張 LSA の定義

誘導経路生成のための拡張 LSA は誘導経路を本来配下に持つルータ (これをオリジネータと呼ぶ) から広告される. 拡張 LSA には以下の 3 つの情報を含む必要がある.

- 誘導経路広告地点
- 誘導経路で広告される誘導経路情報
- 誘導地点からオリジネータまでの通信経路

拡張 LSA は, この LSA を理解するルータを介し, ネットワーク全体に伝搬される. この情報を基に, 誘導経路情報の広告, 誘導地点からオリジネータまでの経路生成が実現される.

#### 3.2 誘導経路情報の広告

誘導地点では, 誘導経路宛のトラヒックを誘導するために, 経路情報を広告する必要がある. この経路情報は拡張 LSA に含まれているので, 誘導地点では LSA を基に AS-external な経路として広告を行う. オリジネータが本来持つ経路情報に内包される経路情報を誘導地点で広告する場合には, 通信経路が宛先 IP アドレスのロングストマッチで決定される性質を考慮

する必要がある。つまり、内包される経路情報を誘導経路として広告する場合には、全ての誘導経路宛のトラヒックは誘導地点をルートとするスパニングツリーにより生成される経路表に従うことになる。これを回避するため、オリジネータでも同一経路情報を広告する必要が出てくる。

### 3.3 誘導空間内での通信経路生成

拡張 LSA を受け取った各ルータは誘導経路の中継地点に自分が登録されている場合には、IP-in-IP トンネルインターフェイスを生成し、オリジネータ-誘導地点間の到達性の確保する。この際、誘導経路に対するルーティングテーブルの書換えが必要な場合もある。

## 4 誘導経路制御技術導入による経路変化

本節では、実験ネットワーク構築し、既存ネットワークモデルでの通信経路と誘導経路制御技術を導入した場合の通信経路との比較を行う。図2に既存ネットワークモデルにおける Host-A への経路及び、Router-1 が広告する経路に対するスパニングツリーを示す。図3に誘導経路制御手法を導入した場合の Host-A が持つ二つの IP アドレスへの配送経路及び、誘導経路に対するスパニングツリーを示す。

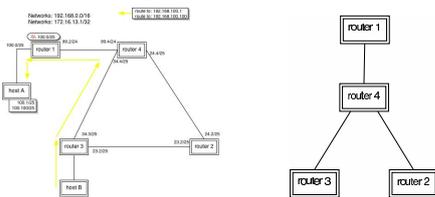


図 2: 既存ネットワークモデルモデル

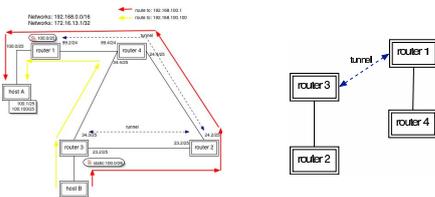


図 3: 本手法適用モデル

既存のネットワークモデルでは、Host-A が持つ二つのアドレスは Router-1 において広告される経路に含まれ、この経路は Router-1 をルートとしたスパニングツリーにより、一意的に経路が決定される。誘導経路制御手法を導入してもオリジネータでのみ広告される経路に対するスパニングツリーは、変化していない。一方、誘導経路制御手法により新たに生成された誘導経路はオリジネータ (Router-1) と誘導地点 (Router-3) の2ヶ所で広告されることになる。このとき、Router-4 からはオリジネータ (Router-1) がルートに見え、Router-2 からは誘導地点 (Router-3) がル

トに見えることになる。誘導地点からオリジネータまでの通信経路は第 3.3 節で示したように IP-in-IP トンネルを用いた。

## 5 考察

誘導経路情報の広告を利用することで、既存のネットワークを壊すことなく、ある特定の経路情報に関してのみ経路の切替えが可能であることを示した。この誘導経路は、第 3.1 節で示した OSPF における拡張 LSA をネットワーク上に伝搬させることで生成される。これは、OSPF 網のみで構成されているようなネットワークに対して、拡張 LSA を解釈することができる実装を搭載することで実現でき、新規に経路制御手法を導入する必要が必ずしもないことを示している。

誘導後経路の経路制御に対しても、本研究では第 3.3 節で述べたように、IP-in-IP トンネルを用いることにより、既存ネットワークに対する影響を最小限に抑えることができた。一般には誘導地点からオリジネータまでの経路は既存のネットワーク構成によることなく生成可能である。MPLS on GRE tunnel[3] 等を導入することで、よりきめ細やかな経路制御を行うことも可能だと考えられる。

以上に述べたように、誘導経路生成、誘導後経路制御の面において、宛先アドレスをルートとしたスパニングツリー型のパスを形成することで実現される既存の配送経路制御モデルに、本質的な変更を加えることなく本手法を導入することができることが示せた。同時に、誘導経路以外の経路に対して影響が発生しないことも示せた。この結果、既存ネットワークモデルを壊すことなく、ある宛先への通信のみを誘導しトラヒックエンジニアリングを実現するという本手法の可能性を見い出せたと考えられる。

今後は本手法を用い以下の三点を考慮することで、より自由度の高いトラヒックエンジニアリングの実現を目指す。

- 誘導地点の配置場所
- 誘導経路で広告される経路情報
- 誘導空間内での通信経路制御

## 参考文献

[1] J. Moy. *OSPF Version 2*. RFC 2328, April 1998.  
 [2] GNU Zebra. <http://www.zebra.org>.  
 [3] Yakov Rekhter and Eric C. Rosen. *Encapsulating MPLS in IP or Generic Routing Encapsulation (GRE)*. draft-ietf-mpls-in-ip-or-gre-08.txt, June 2004.